第 40 卷 增刊 昆 虫 学 报 Vol. 40, Suppl.
1997 年 11 月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Nov., 1997

# 禾缢管蚜在不同温度条件下的飞行能力*

程登发 田 喆 孙京瑞 倪汉祥 李光博
(中国农业科学院植物保护研究所 北京 100094)

**摘要** 通过利用昆虫飞行磨对室内饲养的禾缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) 在不同温度 (8℃～30℃) 条件下飞行能力的测试结果。试验结果表明，禾缢管蚜的飞行距离和飞行时间在 12℃～20℃时较大，平均飞行距离为 6.614～8.219 km，平均飞行时间为 5.074～7.003 h。在 15℃时，单个个体的最大飞行距离和最长飞行时间分别达到 26.231 km 和 21.153 h；在 8℃～10℃条件下禾缢管蚜较难起飞，即使起飞后飞行时间和距离均很短。在 23℃以上禾缢管蚜的飞行时间和距离逐渐缩短，30℃时禾缢管蚜起飞后很快就停止飞行。飞行速度随温度增高而加快，平均飞行速度在 8℃时为 0.781 km/h，在 30℃时达 1.605 km/h。

**关键词** 禾缢管蚜，飞行能力，飞行磨

禾缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) 是我国麦类作物的主要害虫之一，多年来对小麦的产量和品质均造成严重损失，给人民的正常生活带来严重威胁。

麦蚜经国内外多年研究已被确认为远距离迁飞性害虫。早在 60 年代，Wallin 等[1]根据麦二叉蚜在美国北部和加拿大不能越冬，得出了翌春田间出现的麦蚜属于从外地远距离迁入的结论，并指出低空（相对高度 60～350 m）风向对麦蚜迁飞的作用。随后，其他国外学者[2～9]也采用网捕、黄板诱蚜和田间调查等方法观察和研究了麦蚜在田间迁飞扩散和转移为害等情况。80 年代以来，国内许多学者[8,9]也根据当地越冬情况、有翅蚜蚜量在南北方出现的同期“突消”与“突增”、以及迁出区与迁入区两地低空风向相吻合等现象，确认了我国麦蚜的远距离迁飞。杨逸兰等将麦长管蚜的迁出区划分为河南省陇海县以南、鲁南、苏北和皖北，约在 32.5°N～35°N，110°E 以东的广大麦区。迁入区在河北、山西省大部、京、津市郊。山东及河南北部，约在 35°N～41°N，114°E 以东的广大麦区。上述通过调查有翅成蚜田间消长、分析高空网捕数据和对一些与迁飞有关的现象的观察，从宏观上研究了麦蚜的远距离迁飞及规律。

据报道，温度对蚜虫的起飞存在一个下限和上限。麦蚜的起飞下限为 14℃～15℃[10]。Wiktelius[11]认为，禾缢管蚜的起飞下限还与季节有关，在春季为 14℃、夏季为 10℃～11℃，而在秋季为 3℃～6℃。起飞上限对于大多数蚜虫在 31℃左右。

自 60 年代以来，世界各国均开展了昆虫迁飞行为机制研究，试图通过昆虫迁飞规律和迁飞机制的揭示，来指导害虫的预测及防治。国内外许多同行利用昆虫飞行磨对粮棉

* 国家攀登计划 (85-31-02-01) 和国家自然科学基金 (39470404) 资助项目的部分研究内容
1997-05-09 收稿，1997-06-23 收修改稿

作物的主要害虫如粘虫、小地老虎、玉米螟、棉铃虫、柑橘大食蝇和松毛虫等的飞行能力进行了测试[12~15]，其研究结果对于揭示这些害虫的飞行能力及迁飞行为机制起到了重要的作用，为制定这些害虫的预测预报及防治策略提供了重要的理论依据。但这些研究均是针对体型较大、飞行能力相对较强的昆虫，而对于蚜虫等微小型昆虫，国内外尚未见报道。

作者于1996年研制成功了计算机控制的适宜于蚜虫等微小昆虫的飞行磨系统。利用该系统对禾缢管蚜的飞行能力进行了测试，其初步研究结果报道如下：

# 1 材料与方法

## 1.1 供试昆虫

供试虫源为经室内多代饲养的混合日龄禾缢管蚜有翅成蚜。蚜虫饲养采用在小花盆中栽培感蚜品种北京169，在幼苗长至2 cm高时接种无翅胎生成蚜，待产仔1～2 d后将母蚜移去。到仔蚜长为成蚜后取有翅成蚜供测试用。

## 1.2 飞行磨

采用作者自行设计、研制的适宜于蚜虫等微小昆虫飞行测试的飞行磨系统，一次能同时对32头蚜虫进行测试。

## 1.3 测试室环境条件控制

室内温度控制采用“美的NY22D型”充油式电暖气，使用上海医用仪表厂WMZK-02型温度控制器进行温度自动控制；湿度控制采用亚都超声波加湿器，相对湿度控制在50%～70%左右；光照强度控制采用双向可控硅控制器进行调节，控制光照强度在100 lx左右。

## 1.4 蚜虫粘接

将花盆中饲养的有翅成蚜，用毛笔取出，轻轻压在玻璃板上。将飞行磨吊臂取下，在末端粘取少量502胶，并迅速将其粘在蚜虫的腹部，1～2 s后即粘牢。将飞行磨臂放回飞行磨上，用嘴轻轻吹气，让昆虫绕中轴作切线旋转，大部分昆虫即可开始起飞。若吹2～3次尚不能飞行，则可能由于粘接有问题或虫源状况不好，应将其去掉重粘。

# 2 结果与分析

测试结果见表1，共测试禾缢管蚜874头。

## 2.1 禾缢管蚜飞行距离与温度的关系

禾缢管蚜平均飞行距离和最大飞行距离与温度的关系见图1。测试结果表明，禾缢管蚜的平均和最大飞行距离在12℃～20℃较大；在15℃时平均飞行距离为8.219 km，最大飞行距离为26.231 km，在8℃和10℃下禾缢管蚜较难起飞，起飞后飞行的距离也较短。

表1 禾缢管蚜在不同温度条件下的飞行能力

| 测试温度 (℃) | 飞行距离 (km) | | 飞行时间 (h) | | 飞行速度 (km/h) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 平均±标准差 | 最大 | 平均±标准差 | 最大 | 平均±标准差 | 最大 |
| 8 | 1.112±0.196 c C | 1.468 | 1.776±0.520 cd B | 3.586 | 0.781±0.130 e D | 0.925 |
| 10 | 4.893±1.134 b B | 10.984 | 5.101±1.041 b A | 10.715 | 0.936±0.065 d CD | 1.117 |
| 12 | 7.212±0.944 ab AB | 22.640 | 7.003±0.726 a A | 17.092 | 1.021±0.045 d C | 1.411 |
| 15 | 8.219±0.501 a A | 26.231 | 6.684±0.387 ab A | 21.153 | 1.243±0.019 c B | 1.819 |
| 20 | 6.614±0.429 ab AB | 25.559 | 5.074±0.305 b A | 18.694 | 1.324±0.021 bc B | 1.985 |
| 23 | 3.715±0.284 bc BC | 18.932 | 2.625±0.196 c B | 11.328 | 1.428±0.024 b AB | 2.020 |
| 25 | 2.398±0.157 c BC | 15.627 | 1.757±0.114 cd B | 10.388 | 1.460±0.018 ab AB | 2.057 |
| 28 | 1.829±0.202 c BC | 8.493 | 1.382±0.169 cd B | 6.601 | 1.472±0.031 ab AB | 2.116 |
| 30 | 0.808±0.096 c C | 4.651 | 0.527±0.062 d B | 2.486 | 1.605±0.027 a A | 2.136 |

注：数字后字母为 Duncan 测验结果，小写字母表示 5%显著水平，大写字母表示 1%显著水平，字母相同者为差异不显著。

而在 23℃以上温度时，飞行距离逐渐缩短，在 28℃和 30℃条件下，禾缢管蚜较易起飞，但由于温度较高，飞行很短距离后即停止飞行。采用 Duncan 新复极差多重比较表明，飞行距离在 15℃时与 10℃以下和 23℃以上具有极显著的差异，但与 12℃和 20℃之间没有明显差异。

## 2.2 禾缢管蚜飞行时间与温度的关系

测试结果见图 2。结果表明，禾缢管蚜的平均飞行时间在 10℃～20℃时较长，在 1%水平下，它们之间无显著差异，但与 8℃和 23℃以上具有明显差异。在 12℃时平均飞行时间为 7.003 h，在 15℃时最大飞行时间为 21.153 h。

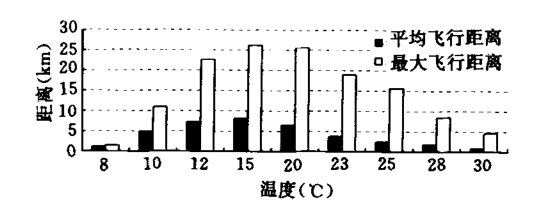



图1 禾缢管蚜在不同温度下的飞行距离

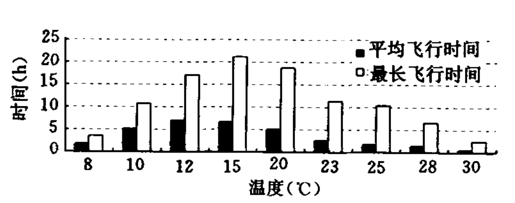



图2 禾缢管蚜在不同温度下的飞行时间

## 2.3 禾缢管蚜飞行速度与温度的关系

禾缢管蚜飞行速度与温度的关系见图 3。结果显示，平均飞行速度和最大飞行速度均随温度增高而增加，呈正相关。在 8℃时分别为 0.781 km/h 和 0.925 km/h。而在 30℃时分别达到 1.605 km/h 和 2.136 km/h。方差分析结果表明，禾缢管蚜的平均飞行速度在 8℃、12℃、15℃～20℃和 30℃之间均存在极显著的差异。

## 2.4 禾缢管蚜持续飞行时间与温度的关系

禾缢管蚜在起飞后，经过一段时间的持续飞行而逐渐停止。在不同温度下能持续飞行不同时间的个体比率变化情况见图 4。结果表明，在低温 8℃时，禾缢管蚜较难起飞，但起飞后能持续较长的飞行时间，50%左右的个体能达到 2 h 左右，最长能达到 4 h；在 23℃以上的高温条件下，虽然较易起飞，但由于温度较高，多数个体飞行时间均较短，其中 50%的个体仅能飞行 1 h 左右，而 30℃时仅有 20%的个体能飞行到 1 h 左右。在 10℃和 20℃条件下持续飞行时间加长，50%的个体能持续飞行 4.5～4.8 h 左右。持续飞行时间在 12℃和 15℃时达到最大，50%的个体达到 6.5～6.9 h。20%的个体达到 10 h 以上。在 15℃时最长持续飞行时间为 21.153 h。

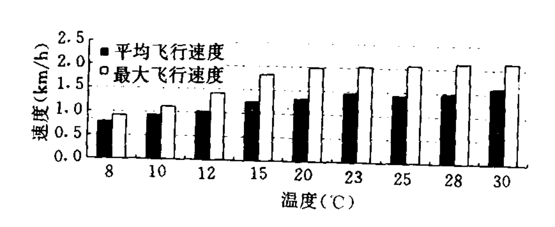


图 3　禾缢管蚜在不同温度下的飞行速度

## 2.5 禾缢管蚜持续飞行距离与温度的关系

禾缢管蚜在不同温度下能持续飞行不同距离的个体比率变化情况见图 5。其结果与持续飞行时间相似，在 8℃以下的低温和 25℃以上的高温时，其飞行距离均较短。23℃和 10℃其次，以 12℃～20℃较长，15℃和 20℃下持续飞行距离最长，分别达 26.231 km 和 25.559 km。

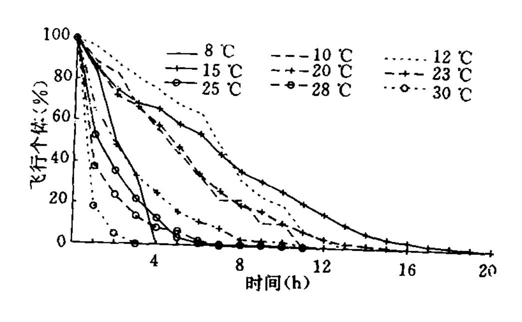


图 4　禾缢管蚜在不同温度下能持续飞行不同时间的个体比率

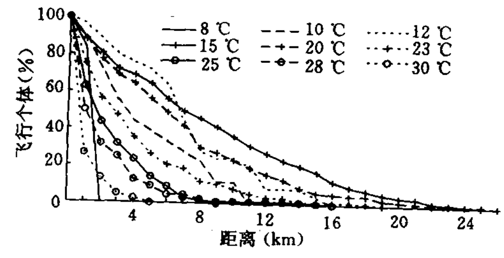


图 5　禾缢管蚜在不同温度下能持续飞行不同距离的个体比率

## 2.6 禾缢管蚜的飞行速度随时间的变化

禾缢管蚜的飞行速度随时间的变化关系见图 6。结果表明，蚜虫的飞行速度随飞行时间的增加而降低。从选取的两个有代表性的禾缢管蚜的飞行情况看，经过约 20h 的飞行后，禾缢管蚜的飞行速度减少了 50%左右。禾缢管蚜在 15℃时经过 21.153h 的飞行后，飞行速度由 1.711 km/h 降低到 0.690 km/h；在 20℃时经过 18.694 h 的飞行后，飞行速度由 1.726 km/h 降低到 0.939 km/h。

## 3 结论与讨论

从以上研究可以看出，禾缢管蚜具有较强的飞行能力。平均最大飞行距离可达8.219 km，平均最大飞行时间可达7.003 h，而平均最大飞行速度为1.605 km/h。在条件适宜的情况下，其单个个体的最长飞行距离、最长飞行时间和最快飞行速度分别可达26.231 km、21.153 h和2.136 km/h。因此，禾缢管蚜完全有能力靠自身的力量飞到低空气流层中随气流进行远距离迁飞和进行近距离扩散。在远距离迁飞过程中，气流对蚜虫迁飞的作用，还有待于进一步加以研究。

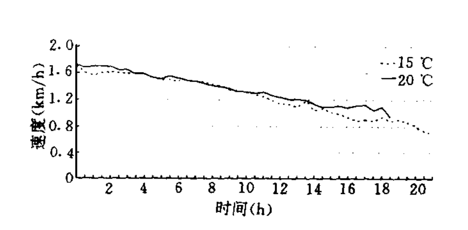



图6 禾缢管蚜的飞行速度随飞行时间的变化

禾缢管蚜的飞行在12℃～15℃条件下较适宜，在8℃～10℃条件下较难起飞，即使起飞后飞行时间和距离均很短。在23℃以上禾缢管蚜的飞行时间和距离逐渐缩短，30℃时禾缢管蚜起飞后很快就停止飞行。飞行速度随温度增高而加快，平均飞行速度在8℃时为0.781 km/h，在30℃时达1.605 km/h。

诚然，该项研究的结果是在室内吊飞情况下、模拟飞行测试获得的，并不一定能代表自然情况下的飞行结果，但对于揭示禾缢管蚜的飞行能力以及与环境条件温度的关系具有重要的参考价值。

## 参 考 文 献


1 Wallin J R, Peters D, Johnson L C. Low-level jet winds, early cereal aphid and barley yellow dwarf detection in Iowa. Plant Disease Reporter. 1967, **51**: 7, 528～530

2 Berry R E, Taylor L R. High-altitude migration of aphids in maritime and continental climates. J. Anim. Ecol. 1968, **37**: 713～722

3 Dixon A G F, Mercer D R. Flight behaviour in the sycamore aphid: factors affecting take-off. Entomol. Exp. Appl. 1983, **33**: 43～49

4 Irwin M E, Thresh J M. Long-range aerial dispersal of cereal aphids as virus vectors in North America. Phil. Trans. R. Soc. (London) (B) 1988, **321**: 421～446

5 Loxdale H D, Hardie J, Halbert S et al. The relative importance of short-and long-range movement of flying aphids. Biol. Rev. 1993, **68**: 291～311

6 Riley J R, Reynolds D R, Mukhopadhyay S et al. Long-distance migration of aphids and other small insects in northeast India. Eur. J. Entomol. 1995, **92**: 639～653

7 Wiktelius S. Long range migration of aphids into Sweden. Int. J. Biometeorol. 1984, **28**: 185～200

8 张向才，周广和等. 麦蚜远距离迁飞及传毒规律的研究. 植物保护学报，1985，**12** (1): 9～16

9 董庆周，魏 凯，孟庆祥等. 宁夏地区麦长管蚜远距离迁飞的研究. 昆虫学报，1987，**30** (3): 277～284

10 Dry W W, Taylor, L R. Light and temperature thresholds for take off by aphids, J. A. Ecol., 1970, **39**: 493～504

11 Wiktelius S. Diurnal flight periodicities and temperature thresholds for flight in different migrant forms of

*Rhopalosiphum padi* L. (Hom., Aphididae). Zeitschrift fur Angewandte Entomologie, 1981, **92**: 449～457
12 王振营，周大荣．亚洲玉米螟越冬代成虫扩散行为与迁飞可能性研究．植物保护学报，1994，**21** (1)：25～30
13 曹雅忠．小地老虎飞翔行为的观察，昆虫知识，1994，**31**：71～73
14 吴孔明，郭予元．我国棉铃虫迁飞的研究进展　见：中国植物保护学会编：植物保护研究进展，北京：中国科学技术出版社，1995：408～414
15 罗礼智，李光博，胡　毅．粘虫飞行与产卵的关系．昆虫学报，1995，**38** (3)：284～289
16 曹雅忠，罗礼智，李光博等．粘虫飞翔能源物质及其消耗．昆虫学报，1995，**38** (3)：290～295

# THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE FLIGHT PERFORMANCE OF *RHOPALOSIPHUM PADI* (LINNAEUS) MEASURED WITH A FLIGHT-MILL SYSTEM

Cheng Dengfa　Tian Zhe　Sun Jingrui　Ni Hanxiang　Li Guangbo
(*Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Science　Beijing*　100094)

**Abstract**　The flight performance of laboratory-reared winged adults of the bird cherry oat aphid *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus), was investigated with a flight-mill system at several temperature grades (8℃～30℃). The results showed that the temperature range of 12℃～20℃ was suitable for flight of the bird cherry oat aphid, the average flight distance was 6.614～8.219km and the average time of flight was 5.074～7.003 h. At 15℃, the maximum flight distance and flight duration reached 26.231km and 21.53h respectively. It was difficult for the bird cherry oat aphid to take off at 8℃, and both the flight distance and flight duration were short after take-off. At 23℃ and above, the aphid was easy to take off, but the flight distance and flight duration were becoming shorter gradually with the rise of temperature. At 30℃, the aphid stopped flying shortly after take-off. The flight speed increased with increase of temperature, the average speed was 0.781 km/h at 8℃ and 1.605 km/h at 30℃.

**Key words**　*Rhopalosiphum padi* (Linnaeus), flight performance, flight mill